昆虫学报 *Acta Entomologica Sinica*, December 2014, 57(12): 1418 – 1423 ISSN 0454-6296

果园梨小食心虫越冬幼虫与成虫发生的关系

李丽莉[1]，郭婷婷[1]，赵　楠[3]，门兴元[1]，庄乾营[1]，周仙红[1]，许永玉[2,*]，于　毅[1,*]

（1. 山东省农业科学院植物保护研究所，山东省植物病毒学重点实验室，济南 250100；
2. 山东农业大学植物保护学院，山东泰安 271018；3. 莱州市农业局，山东莱州 261400）

摘要：【目的】探明梨小食心虫 *Grapholita molesta* (Busck)在果园中的越冬场所及越冬幼虫与越冬代成虫发生的关系，为更好地防治梨小食心虫提供科学依据。【方法】选取山东省不同地区(济南、泰安、肥城、广饶、莱芜)6个代表性的果园进行系统调查，刮树皮调查记录梨小食心虫越冬幼虫在树体上的分布和存活情况，利用封闭纱网调查土壤中梨小食心虫越冬幼虫数量，同时利用性诱集和糖醋液对越冬代成虫发生量进行监测，分析同园越冬幼虫与成虫发生的关系。【结果】梨小食心虫幼虫平均越冬成活率高达62.99%；不同果园间梨小食心虫的越冬幼虫数量差异显著($P<0.001$)。越冬场所选择更倾向于树体下部(45.10%)和中部(46.28%)以及相应的主干(28.48%)和主枝(44.24%)，而位于树体上部(8.62%)及相应的侧枝(27.28%)的相对较少；对树枝方位的选择没有显著差异($P>0.05$)(东27.57%，西26.13%，南23.76%，北22.54%)。同园越冬幼虫数量与越冬代成虫诱集数量无显著相关性。【结论】梨小食心虫以老熟幼虫在果树中、下部主干和主枝及树干周围的土壤中越冬。梨小食心虫在果园调查获得的越冬幼虫数量不能作为该果园翌年越冬代成虫发生和防治的依据，发生危害情况还需根据周围环境情况做综合考虑。

关键词：梨小食心虫；越冬幼虫；越冬场所；成虫发生；空间分布；果园

中图分类号：Q968　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0454-6296(2014)12-1418-06

Relationship of overwintering larvae and adult occurrence of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae) in orchards

LI Li-Li[1], GUO Ting-Ting[1], ZHAO Nan[3], MEN Xing-Yuan[1], ZHUANG Qian-Ying[1], ZHOU Xian-Hong[1], XU Yong-Yu[2,*], YU Yi[1,*] (1. Key Laboratory for Plant Virology of Shandong, Institute of Plant Protection, Shandong Academy of Agricultural Sciences, Jinan 250100, China; 2. College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong 271018, China; 3. Laizhou Municipal Bureau of Agriculture, Laizhou, Shandong 261400, China)

Abstract: 【Aim】The overwintering site of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Busck) and the relationship between the number of overwintering larvae and adult occurrence were investigated in different orchards to provide the scientific basis for forecasting and controlling this insect pest.【Methods】Six typical orchards located in Jinan, Tai'an, Feicheng, Guangrao and Laiwu of Shandong Province were selected for systematic investigation and analysis. The method of scraping bark was used to investigate the survival rate of overwintering larvae of *G. molesta* and the overwintering locations on tree branches, and closed gauze was used to investigate the numbers of overwintering larvae in the soil. Meanwhile, the occurrence of overwintering adults was monitored by sex pheromone traps and the sugar and vinegar liquid, and the relationship between the numbers of overwintering larvae and adult occurrence was analyzed.【Results】The survival rate of overwintering larvae of *G. molesta* was as high as 62.99%, and the numbers of overwintering larvae were significantly different among different orchards ($P<0.001$). More overwintering larvae were found in main trunk (28.48%) and bough (44.24%) located in lower (45.10%) and middle (46.28%) parts of fruit tree, while less overwintering larvae were found on the upper part of fruit tree (8.62%) and the lateral branches (27.28%). There were no significant

基金项目：农业公益性行业科研专项(201103024)；山东省现代产业技术水果体系创新团队项目

作者简介：李丽莉，女，1977年生，山东肥城人，助理研究员，主要从事害虫综合治理研究，E-mail：zbsli3@163.com

* 通讯作者 Corresponding authors, E-mail: xuyy@sdau.edu.cn; robertyuyi@163.com

收稿日期 Received: 2014-06-29；接受日期 Accepted: 2014-10-23

differences in the number of overwintering larvae among four directions of tree branches (east: 27.57%; west: 26.13%; south: 23.76%; north: 22.54%). No significant correlation was found between the numbers of the overwintering larvae and overwintering generation adults caught in the same orchard. 【Conclusion】*G. molesta* overwinters as mature larvae in main trunk and bough located in lower and middle parts of fruit tree or in the soil. In the same orchard, the population of overwintering larvae of *G. molesta* is not suitable to be the reference basis for the forecast and control of overwintering adults, because the surrounding environmental conditions also affect adult occurrence of this moth.

Key words: *Grapholita molesta*; overwintering larvae; overwintering site; adult occurrence; spatial distribution; orchard

梨小食心虫 *Grapholita molesta* (Busck)属鳞翅目(Lepidoptera)卷蛾科(Tortricidae)(刘绍友，1990)，可危害桃、梨、苹果等多种果树，是一种世界性害虫。近年来，随着全球气候变暖、果树栽培模式和种植结构的变化以及高毒农药在果树上禁用，致使梨小食心虫为害逐年加重(周天苍，2005；周润清等，2007；范仁俊，2013；郭婷婷等，2013)。

梨小食心虫在山东一年发生 4～5 代，以老熟幼虫结茧越冬，翌年春天成虫羽化产卵，造成危害，越冬代较整齐，其他代世代重叠严重，造成防治困难(顾松东等，2011；凌飞，2011；周仙红等，2011；郭婷婷等，2013)。多数报道发现梨小食心虫在枝干粗皮裂缝、剪锯口等处结茧越冬(北京农业大学等，1981；刘绍友，1990；宋晓斌等，1993；杨毅，2008)。宋晓斌等(1993)对梨小食心虫在地面、树上的越冬比例进行了初步的调查，但对越冬幼虫越冬的具体位置以及在各个越冬部位的越冬比例并未有详细研究报道。果园中幼虫的越冬个体数量能否反映第 2 年的成虫发生量也是科研工作者关注的问题，弄清这些问题对梨小食心虫的防治具有重要意义。为此，本研究于 2013 年初春在山东省选择了几个代表型果园调查梨小食心虫越冬幼虫在果园中的分布，采用刮树皮法调查树体越冬幼虫数量，地面罩网调查土壤中越冬幼虫数量，性诱剂和糖醋液诱集调查越冬代成虫发生数量，从而明确越冬幼虫在树干和土壤中越冬数量及在树干上的空间分布，并分析了果园越冬幼虫数量与越冬代成虫发生数量的关系，为果园梨小食心虫的防治提供理论支持。

1　材料与方法

1.1　果园的选择

为确保梨小食心虫越冬调查数据更具有代表性，本调查选择山东省不同地区的梨小食心虫常年发生的桃园、梨园。

济南彩石桃园(简称济南)(36.63°N，117.29°E)，桃园面积约 0.8 hm²，树龄 12 年，树高 3 m 左右，直径 0.15 m 左右；每年施药 4～5 次，管理一般，果园北边 400 m 有桃园。

泰安小辛庄桃园(简称泰安)(36.04°N，116.78°E)，面积约 1.8 hm²，树龄 8 年，树高 3 m 左右，直径 0.1 m 左右；不施用肥料和农药，管理粗放，果园周边为同龄混植果园。

肥城桃园老园(简称肥城 1)(36.18°N，116.77°E)，面积约 2.3 hm²，树龄 16 年，树高 3 m 左右，直径 0.15 m 左右；每年用药 10 次左右，梨小食心虫羽化前深翻、施肥，管理一般，果园周围均是桃园。

肥城桃园新园(简称肥城 2)(36.18°N，116.77°E)，面积约 0.7 hm²，树龄 8 年，树高 3 m 左右，直径 0.15 m 左右；每年用药 10 次左右，梨小食心虫羽化前浅耕、施肥，管理较好，果园周围均是桃园。

东营广饶梨园(简称广饶)(37.05°N，118.41°E)，面积约 4 hm²，树龄 35 年，树高 4.5 m 左右，直径 0.2 m 左右；梨树开花前化学药剂防治，结果后，采用赤眼蜂防治梨小食心虫，入冬前果园深翻浇冻水，果园整体管理水平一般。周围 2 000 m 无果树种植。

莱芜高庄桃园(简称莱芜)(36.19°N，117.67°E)，面积约 1.3 hm²，树龄 9 年，树高 3 m 左右，直径 0.15 m 左右；每年施药 7～8 次；春季深翻、施肥、浇水，果园管理水平较高。果园南 1 000 m 有少量山楂种植。

1.2　梨小食心虫越冬幼虫分布调查

1.2.1　树干上梨小食心虫越冬幼虫数量及空间分布调查：2013 年 2 月 19 日－3 月 3 日，采用棋盘式取样全株刮树皮调查，每个果园选择 10 株树，两株树间隔不少于 10 m。记录梨小食心虫越冬幼虫的

状态、数量、越冬枝干、高度、方位等数据。桃树树木较小，0 ~1 m 记录为下部，1 ~2 m 为记录为中部，2 ~3 m 记录为上部；广饶梨树高大，0 ~1.5 m 记录为下部，1.5 ~3 m 记录为中部，3 ~4.5 m 记录为上部。树干的上面记录为阳，下面记录为阴，主干北面记录为阴，南面记录为阳。并将调查到的活虫带回实验室观察被寄生情况，统计最终存活率。

1.2.2 土壤中梨小食心虫越冬幼虫调查：筛土是土壤中越冬虫量的常规调查方法，但梨小食心虫土茧在土壤中难以分辨，实施困难，因此我们采用地面罩网法，调查网内越冬代成虫羽化数量，以此来推测地面越冬幼虫数量，这样与真实数据存在一定误差，但更具有代表性和可实施性，具体方法如下：

每个果园在调查过的 10 株树中随机取 5 株，分别在树下东、西、南、北 4 个方位布置 1 个长 × 宽 × 高 =2.0 m×1.0 m×0.8 m 的 40 目的底面开口的纱网罩，在罩网中心固定矿泉水瓶（李丽莉等，2012）制作的含 1% 的洗衣粉水的梨小食心虫性诱捕器，然后仔细封住网子与地面连接处。其中泰安地区因为果树间距较小，网子长度改为 1.0 m。每天定时检查记录诱捕器中当天诱集到的成虫数量，试验结束时记录网子内地面上所有羽化的成虫数量，统计二者总和，根据网子面积换算树体周围 2 m 半径（泰安为 1 m 半径）内的越冬幼虫数量。数据简称"土壤"。

1.3 梨小食心虫越冬代成虫发生数量调查

在果园中"Z"字形 5 点取样，分别选择 5 株树悬挂含 1% 洗衣粉液的性诱剂诱捕器和糖醋液（糖: 酒: 醋: 水 =1∶1.5∶4∶25，v/v）（盛如等，2013）诱捕器。两诱捕器间距不少于 15 m。从 3 月底开始至越冬代成虫发生结束，每天调查、记录诱捕器中诱集到的梨小食心虫成虫数量，并及时补充糖醋液或更换诱芯。调查的数据简称"性诱剂"或"糖醋液"。

1.4 数据处理

用 SPSS17.0 for windows 数据分析软件对试验数据进行统计分析，采用单因素方差分析（one-way ANOVA）梨小食心虫不同越冬位置及不同果园之间的差异，并进行 Duncan 氏多重比较（$P<0.05$）。

2 结果与分析

2.1 树干上梨小食心虫越冬幼虫数量及空间分布

2.1.1 不同地点果园调查采集的梨小食心虫越冬幼虫存活率见图 1，济南、肥城和广饶果园中越冬幼虫存活率显著高于泰安和莱芜果园（$P<0.01$）。6 个果园中梨小食心虫越冬幼虫平均存活率达 62.93%。

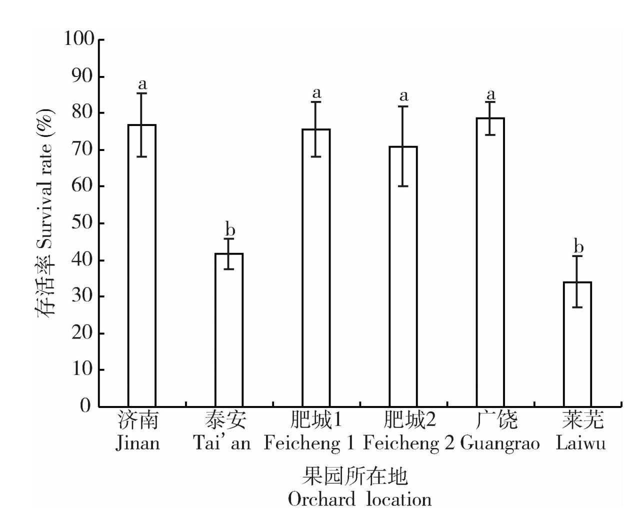


图 1 梨小食心虫在不同地方果园越冬幼虫的存活率
Fig. 1 Survival rate of overwintering larvae of *Grapholita molesta* in the orchard at different location

2.1.2 梨小食心虫越冬幼虫在树干上的空间分布：由表 1 可以看出，越冬幼虫主要集中在果树的下部（45.10%）、中部（46.28%），而上部（8.62%）较少，不同果园、不同高度间差异显著性不同。济南和肥城

表 1 梨小食心虫越冬幼虫在果树不同高度上的分布
Table 1 The height distribution of overwintering larvae of *Grapholita molesta* on fruit trees

果树的部位 Position of fruit trees	不同地区果园中的越冬幼虫数量 Number of overwintering larvae in different orchards						
	济南 Jinan	泰安 Tai' an	肥城 1 Feicheng 1	肥城 2 Feicheng 2	广饶 Guangrao	莱芜 Laiwu	所占比例（%） Proportion
下部 Lower part	1.36 ±0.43 a	0.69 ±0.15 a	2.00 ±0.65 b	2.14 ±0.67 a	8.20 ±1.58 a	1.30 ±0.26 a	45.10
中部 Middle part	2.29 ±0.52 a	0.44 ±0.13 a	7.90 ±3.34 a	0.57 ±0.3 b	4.30 ±1.05 b	0.60 ±0.16 b	46.28
上部 Upper part	0.00 ±0.00 b	0.00 ±0.00 b	0.00 ±0 .00 b	0.00 ±0.00 b	3.00 ±1.06 b	0.00 ±0.00 c	8.62

表中数据为平均值 ± 标准误，数据后不同字母表示同列数据差异显著（$P<0.05$，Duncan 氏新复极差法检验）；下同。Data in the table are Mean ± *SE* and those in a column followed by different letters differ significantly by Duncan's multiple range test ($P<0.05$). The same for the following tables.

1 桃园，中部最多，上部最少；泰安、肥城 2 桃园，下部最多，上部最少；广饶梨园，上、中、下部均有分布，主要集中在下部。综合调查结果可以看出树龄大翘皮多的桃园，梨小食心虫越冬幼虫主要集中在树干中部，树龄小翘皮少的桃园，越冬幼虫则主要集中在树体下部，主枝分叉处的卷翘皮或剪锯口、伤口处。

由表 2 可以看出，济南、广饶、莱芜、泰安果园梨小食心虫越冬幼虫在主枝和主干上的数量较多，侧枝较少。肥城 1 桃园中，侧枝和主枝上越冬幼虫的数量没显著差异，但都显著高于主干上的。肥城 2 桃园中，主干和主枝上越冬幼虫数量多于侧枝，但没有显著性差异。结果显示梨小食心虫越冬幼虫在果树主枝上数量较多，达 44.24%；主干和侧枝上越冬幼虫数量少。结合调查可以发现，越冬幼虫在树体上的数量与枝干长度及翘皮数量有关，在幼龄桃园，由于翘皮较少，越冬幼虫多集中在主干小翘皮、剪锯口，在老龄桃园，特别是其他虫害发生严重的果园（济南、肥城 1），越冬幼虫在树干的主枝上数量较多。梨小食心虫常年发生的老梨园，越冬幼虫在主干、主枝、侧枝均有分布。

由表 3 可以看出，除泰安桃园外，梨小食心虫越冬幼虫在果树上东、西、南、北 4 个方位上的数量分布没有显著的差异，所用果园调查到的越冬幼虫在不同方位上的数量所占比例相当。梨小食心虫越冬幼虫在果树阳面的分布数量，除肥城 1 桃园的外，均与阴面的差异不显著。

表 2 梨小食心虫越冬幼虫在果树不同枝干的分布

Table 2 The limb distribution of overwintering larvae of *Grapholita molesta* on fruit trees

枝干 Limb	不同地区果园中的越冬幼虫数量 Number of overwintering larvae in different orchards						
	济南 Jinan	泰安 Tai'an	肥城 1 Feicheng 1	肥城 2 Feicheng 2	广饶 Guangrao	莱芜 Laiwu	所占比例(%) Proportion
主干 Main trunk	0.79 ±0.28 b	0.56 ±0.16 a	1.00 ±0.61 b	1.14 ±0.46 a	5.60 ±1.06 a	0.90 ±0.31 a	28.48
主枝 Bough	2.64 ±0.67 a	0.44 ±0.13 ab	4.30 ±1.41 a	1.14 ±0.34 a	6.40 ±1.42 a	0.60 ±0.22 a	44.24
侧枝 Lateral branch	0.21 ±0.11 b	0.13 ±0.09 b	4.60 ±2.59 a	0.43 ±0.20 a	3.80 ±1.32 a	0.40 ±0.16 a	27.28

表 3 梨小食心虫越冬幼虫在果树不同方位上的分布

Table 3 The direction distribution of overwintering larvae of *Grapholita molesta* on fruit trees

方位 Direction	不同地区果园中的越冬幼虫数量 Number of overwintering larvae in different orchards						
	济南 Jinan	泰安 Tai'an	肥城 1 Feicheng 1	肥城 2 Feicheng 2	广饶 Guangrao	莱芜 Laiwu	所占比例(%) Proportion
东 East	1.57 ±0.50 a	0.13 ±0.09 b	2.70 ±1.48 a	0.86 ±0.34 a	3.90 ±1.51 a	0.60 ±0.31 a	27.57
西 West	0.50 ±0.17 a	0.31 ±0.12 ab	3.80 ±2.14 a	0.14 ±0.14 a	4.20 ±0.77 a	0.30 ±0.15 a	26.13
南 South	0.79 ±0.50 a	0.56 ±0.20 a	2.50 ±1.48 a	0.86 ±0.26 a	3.40 ±0.65 a	0.30 ±0.21 a	23.76
北 North	0.79 ±0.30 a	0.13 ±0.09 b	0.90 ±0.41 a	0.86 ±0.40 a	4.60 ±0.91 a	0.70 ±0.34 a	22.54
阴面 Shady side	1.86 ±0.50 a	0.19 ±0.10 a	1.40 ±0.56 a	1.28 ±0.47 a	7.40 ±1.36 a	1.00 ±0.39 a	37.22
阳面 Sunny side	1.79 ±0.66 a	0.94 ±0.17 a	8.40 ±3.19 b	1.42 ±0.48 a	8.70 ±1.04 a	0.90 ±0.23 a	62.78

2.1.3 对树干上梨小食心虫越冬幼虫数量分布的影响因素进行分析，结果见表 4。果园、高度、果园 × 高度间越冬幼虫在树干上的分布数量有极显著差异（$P<0.001$），个别果园阴、阳面的越冬幼虫分布数量有显著差异（$P<0.05$），果园 × 阴阳面对越冬幼虫分布数量的影响差异显著（$P<0.01$），其他因素的影响差异不显著。

2.2 梨小食心虫越冬幼虫在土壤中的数量

地面罩网调查结果（表 5）可以发现，仅在济南和泰安果园中调查到梨小食心虫越冬代成虫，分别为 3.53 头/株（树体周围 2 m^2 半径内）和 1.41 头/株（树体周围 1 m^2 半径内），这两个果园未进行果园深翻和灌水，其他 4 个进行土壤深翻和灌水的果园，土壤中均未诱集到梨小食心虫越冬代成虫。

表 4 梨小食心虫越冬幼虫数量分布的 *F* 检验

Table 4 *F*-test on the distribution of overwintering larvae of *Grapholita molesta*

df	影响因素 Influencing factors	*F* 值 *F* value
5	果园 Orchard	13.241***
2	高度 Height	11.026***
10	果园 × 高度 Orchard × height	4.209***
5	果园 Orchard	15.671***
2	枝干 Limb	2.510
10	果园 × 枝干 Orchard × limb	1.608
5	果园 Orchard	16.633***
3	方位 Direction	0.203
15	果园 × 方位 Orchard × direction	0.737
5	果园 Orchard	16.294***
1	阴阳面 Side	6.225*
5	果园 × 阴阳面 Orchard × side	3.391**

* $P<0.05$; ** $P<0.01$; *** $P<0.001$.

表 5 梨小食心虫越冬幼虫在不同地区果园土壤中的数量

Table 5 Number of overwintering larvae of *Grapholita molesta* in the soil in different orchards

不同地区果园土壤中的越冬幼虫数量 Number of overwintering larvae in the soil in different orchards					
济南 Jinan	泰安 Tai'an	肥城 1 Feicheng 1	肥城 2 Feicheng 2	广饶 Guangrao	莱芜 Laiwu
3.53 ±0.48 a	1.41 ±0.73 b	0.00 ±0.00 c	0.00 ±0.00 c	0.00 ±0.00 c	0.00 ±0.00 c

2.3 性诱剂、糖醋液诱集的越冬代成虫数量与树体越冬幼虫数量的相关性分析

由表6 可以看出，性诱剂诱集到的越冬代成虫数量最多，其次为糖醋液，刮树皮和地面罩网调查到的越冬幼虫羽化成虫数量少。从 2 个调查到土壤有越冬幼虫的果园中，在土壤里越冬幼虫羽化的成虫量均高于树上的数量，泰安果园土壤中越冬幼虫羽化的成虫量是树上的 2.83 倍，济南果园为 1.21 倍。

表 6 果园中利用不同调查方法采集的梨小食心虫越冬代成虫数量

Table 6 The total number of the adults of *Grapholita molesta* collected by different methods in orchards

处理 Treatment	不同地区果园中的越冬代成虫数量 Number of the overwintering adults in different orchards					
	济南 Jinan	泰安 Tai'an	肥城 1 Feicheng 1	肥城 2 Feicheng 2	广饶 Guangrao	莱芜 Laiwu
性诱剂 Sex pheromone	394.25 ±52.59	644.80 ±57.77	352.40 ±64.29	439.00 ±47.66	121.20 ±19.78	26.00 ±5.83
糖醋液 Sugar and vinegar liquid	17.25 ±3.09	54.00 ±10.84	14.80 ±3.10	11.80 ±3.56	8.60 ±1.93	5.40 ±1.21
刮树皮 Scraping bark	2.93 ±0.77	0.50 ±0.13	7.70 ±2.66	2.00 ±0.58	13.10 ±2.01	0.80 ±0.29
土壤 Soil	3.53 ±0.48	1.41 ±0.73	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00	0.00 ±0.00

表 7 梨小食心虫越冬代成虫诱集量与越冬代幼虫数量的相关性分析

Table 7 Correlation analysis between the number of adults caught and overwintering larvae of *Grapholita molesta* in orchards

	r	F	方程 Equation	P
刮树皮-性诱剂 Scraping bark-sex pheromone	0.442	6.56	$y = 430.491 - 13.290x$	0.016
刮树皮-糖醋液 Scraping bark-sugar and vinegar liquid	0.292	2.519	$y = 24.533 - 0.753x$	0.124

表中 y 代表性诱剂和糖醋液的诱集的虫量，x 代表刮树皮的虫量。y represents the amount of adults trapped by sex pheromone and the sugar and vinegar liquid, and x represents the amount of larvae gathered by scraping bark.

通过分析发现，糖醋液和性诱剂诱集到的梨小食心虫越冬代成虫数量与刮树皮调查到的越冬代幼虫数量无显著的相关关系，即果园中以梨小食心虫越冬代幼虫数量不能预测翌年越冬代成虫的发生量。

3 讨论

梨小食心虫的越冬数量及存活情况直接影响到第 2 年的发生量，研究梨小食心虫的越冬场所及同园越冬幼虫数量与越冬代成虫发生的关系，对于制定科学防控措施具有重要的指导意义。调查中发现梨小食心虫越冬存活率很高，达到 62.99%。高越冬存活率可能是梨小食心虫危害重的一个原因。

3.1 梨小食心虫的越冬场所

本实验采用刮树皮及地面罩网设性诱捕器的方法调查发现，除报道过的越冬场所外，梨小食心虫幼虫可钻入正常生长树皮下 0.5 ~1 cm(广饶梨园)或剪锯口裂缝中 1 ~2 cm(肥城、泰安)深越冬，越冬幼虫主要集中在树干中、下部的主干和主枝，树体中、下部越冬幼虫数量占树干上总越冬虫量的 46.28% 和 45.10%，主枝越冬幼虫数量最多，占树干上总越冬虫量的 44.24%。土壤中越冬幼虫仅在未进行冬、春季深翻、浇水的泰安、济南果园中查到，泰安果园中土壤越冬虫量占总越冬虫量的73.86%，而济南果园中土壤越冬虫量占总越冬虫量的 54.66%，这与宋晓斌等(1993)的调查结果有差异，宋调查结果显示土壤中越冬虫量占 8.84%，这可能是果园及调查方法的差异引起的。本试验中 2 个果园的数据不足以证明地面越冬虫比例高，需要进一步选择都有代表性的果园进行调查，但冬、春季土壤处理可以杀死土壤中越冬的梨小食心虫。因此，梨小食心虫越冬代防治应同时处理树干和土壤。

3.2　梨小食心虫越冬代成虫来源

从调查结果来看，本果园梨小食心虫在树干、土壤中调查到的越冬虫量不多，但田间性诱剂诱到的越冬代成虫数量很大，是果园越冬虫量的 10 ~ 300 倍不等，虫源来自何处？我们对树干越冬虫量与越冬代成虫诱集量进行了相关性分析发现，同园中越冬幼虫数量和越冬代成虫的发生量无直接关系，即同园中越冬代虫量无法预测越冬代成虫的发生量，不能作为本果园梨小食心虫防治的依据，多远的周边环境会对梨小食心虫越冬代成虫在果园的发生量影响是下一步研究的重点，依据影响距离在独立的果园与不同面积的果园制订不同的防治策略，减少农药资源浪费与污染。因此梨小食心虫防治指标的制定不能仅根据果园中越冬虫量来定，还需要考虑周边环境。

参考文献（References）

Beijing Agricultural University *et al.*, 1981. Fruit Entomology. Vol. 2. China Agriculture Press, Beijing. 89 – 93. [北京农业大学 等主编，1981. 果树昆虫学(下册). 北京：农业出版社. 89 – 93]

Fan RJ, Liu ZF, Lu JJ, Feng YT, Yu Q, Gao Y, Zhang RX, 2013. Progress in the application of IPM to control the oriental fruit moth (*Grapholita molesta*) in China. *Chinese Journal of Applied Entomology*, 50(6): 1509 – 1513. [范仁俊，刘中芳，陆俊姣，封云涛，庾琴，高越，张润祥，2013. 我国梨小食心虫综合防治研究进展. 应用昆虫学报，50(6)：1509 – 1513]

Gu SD, Zheng CY, Yu Y, Li LL, Zheng BP, 2011. Studies on the appropriate time of chemical control to three fruit boring pests in Laiyang. *Journal of Shanxi Agricultural University* (*Natural Science Edition*), 31(1): 35 – 38. [顾松东，郑长英，于毅，李丽莉，郑伯平，2011. 莱阳三种蛀果害虫化学防治适期的研究. 山西农业大学学报(自然科学版)，31(1)：35 – 38]

Guo TT, Zhang SY, Ling F, Yu S, Li LL, Xu YY, 2013. Occurrence and damage investigation of *Grapholita molesta* Busck in Tai'an peach orchard. *Journal of Shandong Agricultural University* (*Natural Science Edition*), 44(2): 211 – 216. [郭婷婷，张顺益，凌飞，于松，李丽莉，许永玉，2013. 泰安桃园梨小食心虫发生与危害规律. 山东农业大学学报(自然科学版)，44(2)：211 – 216]

Li LL, Zhang SC, Zhang AS, Men XY, Zhou XH, Yu Y, 2012. Effects of several factors on trapped quantity of *Grapholita molesta* with sex pheromone. *Shandong Agricultural Sciences*, 44(7): 95 – 97. [李丽莉，张思聪，张安盛，门兴元，周仙红，于毅，2012. 几种因素对梨小食心虫性诱剂诱捕量的影响. 山东农业科学，44(7)：95 – 97]

Ling F, 2011. The Occurrence Dynamics and Damage of Three Fruit Borers and Cold Tolerance of *Grapholita molesta* (Busck) (Lepidoptera: Tortricidae). MSc Thesis, Shandong Agricultural University, Tai'an, Shandong. [凌飞，2011. 三种果树食心虫发生与为害和梨小食心虫耐寒性研究. 山东泰安：山东农业大学硕士学位论文]

Liu SY, 1990. Agricultural Entomology. Tianze Press, Yangling, Shaanxi. 403 – 406. [刘绍友，1990. 农业昆虫学. 陕西杨陵：天则出版社. 403 – 406]

Sheng R, Zhang ZN, Qin YC, Li XJ, Yang XK, Shen ZR, Fan RJ, Wang Q, Wang HT, Li M, Sheng CF, 2013. Different formula of sweet and sour liquid bottle lure and use ratio of cost analysis on *Grapholita molesta* (Busck). *China Plant Protection*, 33(9): 31 – 34. [盛如，张钟宁，秦玉川，李晓军，杨星科，沈佐锐，范仁俊，王强，王红托，李梅，盛承发，2013. 梨小食心虫不同配方糖醋液性诱瓶性价比和使用成本分析. 中国植保导刊，33(9)：31 – 34]

Song XB, Zheng WF, 1993. Overwintering investigation and prevention of pear small budworm. *Shaanxi Forest Science and Technology*, (1): 59 – 61. [宋晓斌，郑文锋，1993. 梨小食心虫越冬规律调查及防治. 陕西林业科技，(1)：59 – 61]

Yang Y, 2008. Common Crop Pest Control. Chemical Industry Press, Beijing. 194. [杨毅，2008. 常见作物病虫害防治. 北京：化学工业出版社. 194]

Zhou RQ, Liu L, Liu FZ, Zhang MH, 2007. Occurrence and control of *Grapholita molesta* Busck. *Journal of Deciduous Fruits*, (2): 44. [周润清，刘磊，刘凤章，张茂华，2007. 梨小食心虫的发生与防治. 落叶果树，(2)：44]

Zhou TC, 2005. Generalization and Research on IPM of Biorational Packaged Pear. MSc Thesis, Northwest A&F University. Yangling, Shaanxi. [周天苍，2005. 无公害套袋酥梨病虫害综合防治技术研究与推广. 陕西杨凌：西北农林科技大学硕士学位论文]

Zhou XH, Li LL, Zhang SC, Zhang AS, Men XY, Yu Y, 2011. Review on occurrence regularity and pollution-free control techonology of *Graphlitha molesta* Busck. *Shandong Agricultural Sciences*, (10): 76 – 81. [周仙红，李丽莉，张思聪，张安盛，门兴元，于毅，2011. 梨小食心虫发生规律及无公害防治技术. 山东农业科学，(10)：76 – 81]

（责任编辑：袁德成）